AUS DER UNIVERSITÄTS-HALS-, NASEN-, OHRENKLINIK
WÜRZBURG.
DIREKTOR: UNIVERSITÄTSPROFESSOR DR. H. MARX.

KLEINE BEITRÄGE
ZUR FUNKTIONSPRÜFUNG DES OHRES.

ÜBER DEN STIEL- UND ZINKENTON DER STIMMGABEL

(QUALITATIV UND QUANTITATIV).

INAUGURAL-DISSERTATION

VERFASST UND DER
HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER
JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT WÜRZBURG
ZUR
ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
VORGELEGT VON

LUDWIG SCHMITT
AUS WÜRZBURG

WÜRZBURG 1936

J. M. RICHTER'S BUCH- UND STEINDRUCKEREI, WÜRZBURG

Meinen Eltern.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät.

Referent:
Herr Universitätsprofessor Dr. H. Marx.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549803_0177

Über den Stiel- und Zinkenton der Stimmgabel.

(Qualitativ und quantitativ.)

Die Hörprüfung bildet neben anderen Funktionsprüfungen des Cochlearis-Vestibularisorganes einen wichtigen Faktor in der Untersuchungsdiagnostik, nicht nur des Spezialisten, sondern auch des Praktikers. Mannigfache Geräte stehen heute für diesen Zweck zur Verfügung. Mit fortschreitender Technik sind auf elektroakustischem und radiotechnischem Gebiete gute, aber auch teuere Erzeugnisse hervorgebracht worden. Neben diesen leistet aber noch die „gute alte" Stimmgabel für die instrumentelle Hörprüfung Vorzügliches und ist kaum, besonders als Diagnostikum für den Sitz einer Schwerhörigkeit, entbehrlich. Die Stimmgabel ist doch noch ein einfach zu handhabendes Instrument, und gar manchem mag sie auch in ihrer Bauart und in ihrem Schwingungsmechanismus als einfach erscheinen.

Daß die Stimmgabel aber kein so einfaches Instrument ist, geht daraus hervor, daß sich schon Männer wie Helmholz, Cladni, Bezold, Wätzmann, Quix, Ostmann u.a. mit ihr eingehendst beschäftigt und große Abhandlungen über dieselbe geschrieben haben, ja sogar über die einzelnen physikalischen Gesetze und Schwingungsarten derselben erregte Debatten eingingen. (Vgl. Zeitschrift für Ohrenheilkunde Bd. 48 u. 49 zwischen Ostmann und Bezold.)

So bestehen z.B. über die Schwingungen des Stieles der Stimmgabel die verschiedensten Ansichten bei den einzelnen Autoren. Bezold und Edelmann behaupten entsprechend ihren Untersuchungen, daß der Stiel in der Hauptsache longitudinale Schwingungen ausführe. Ostmann, Trendlenburg u.a. sagen, daß der Stiel vornehmlich transversal schwinge. Es liegen darüber Versuche vor von Edelmann, Bezold und Ostmann. So hat Bezold die Stimmgabel mit dem Stiel nach oben über den Finger gehängt. Er versah

dann den Stiel mit einem Zeiger und ließ diesen auf eine berußte Platte schreiben. Sodann stellte er fest, daß der Stiel bei voll angeschlagenen Zinken longitudinale Vibrationen ausgeführt habe. Ähnliche Versuche nur mit einer eingeklemmten Stimmgabel machte auch Edelmann. Dagegen hat Ostmann mittels einer mikroskopischen Methode festgestellt, daß am Stiel vornehmlich transversale Schwingungen stattfänden. Ein anderer Autor (Jochmann) meinte hierzu, daß die transversalen Schwingungen sich dem Stiele als longitudinale mitteilen würden. Die neueren Ansichten der Physiker sind die, daß es ganz von der Art und Form der Stimmgabel abhängt, welche Schwingungen der Stiel ausführt. So haben z.B. dann noch Ostmann und Struyken festgestellt, daß ganz geringe Abweichungen des Stielansatzes von der Parallelen der Zinken transversale Schwingungen des Stieles bewirken. Da der Stielton ja hauptsächlich bei der Hörprüfung mittels Knochenleitung in Betracht kommt, sind diese Erörterungen der Autoren, die ja diese Versuche fast alle bei frei schwingenden Stimmgabeln ausgeführt haben, mit einer auf dem Knochen aufgesetzten Stimmgabel wohl kaum vergleichlich. Es würde auch sehr schwer sein, hier Messungen anstellen zu wollen; denn da bilden doch zu viele Faktoren, wie Unterschiede in den verschiedenen Schädelknochen und Weichteilen, sowie festem und losem Aufsetzen der Stimmgabel usw. ein wohl kaum überwindbares Hindernis. Es dreht sich ja schließlich bei einer Hörprüfung auch nicht darum, welche Schwingungen der Stiel ausführt, sondern wie ist der Ton des Stieles bezüglich seiner Qualität und Quantität, und wie verhält er sich zum Zinkenton?

Bezüglich der Qualität des Stieltones hat Edelmann mittels eines Resonanzbodens, auf dem die Stimmgabel mit dem Stiel aufgesetzt war und mittels Resonatoren, von denen ein Schlauch zum Ohr ging, folgendes festgestellt: daß nicht nur bei unbelasteten Stimmgabeln neuerer Form mit tiefen Tönen, sondern daß auch bei allen Gabeln der Bezoldschen Tonreihe bis c^3 die Oktave des Grundtones am Stiele vorherrschend sei. Je höher dagegen die Stimmgabel sei, desto vorherrschender wäre dann der Grundton neben der Oktave (Zeitschr. f. Ohrenheilk. Bd. 53).

Unter der gütigen Mithilfe von Herrn Dr. med. Eduard Eichler, Studienrat am Konservatorium in Würzburg und Leiter des phonetischen Laboratoriums an der Universitäts-Ohrenklinik, welchem ich für seine Unterstützung bestens danken möchte, und Herrn Beutler, einem Schüler von Herrn Dr. Eichler, der ein ausgezeichnetes musikalisches Gehör besitzt, habe ich nun die Stimmgabeln der Bezoldschen Tonreihe und noch 2 der für die Hörprüfung gebräuchlichsten Gabeln bezüglich der Quantität des Zinkentones und Stieltones geprüft. Es ist wohl kaum zu verkennen, daß solche Versuche auch ihre Schwierigkeiten haben; so ist

einmal Voraussetzung ein absolutes oder mindestens nahezu absolutes Tongehör (was bei Dr. E. zutrifft). Wenn wir schwankend waren, dann verglichen wir die Töne mit einem Harmonium. Schließlich ist es auch für einen Musiker leichter, an einem gebräuchlichen Instrument (wie Violine, Klavier usw.) die Töne festzustellen, als an der Stimmgabel.

Zunächst prüften wir den Zinkenton bezüglich seiner Obertöne, und zwar an den Gabeln ohne Laufgewichte. Schon bei der genaueren Feststellung des Zinkengrundtones machten wir die Entdeckung, daß C_1, C, G und g nicht ganz einwandfrei stimmten. C_1 z.B. war etwas tiefer, C war fast D, G etwas höher, ebenso auch g. Die übrigen Stimmgabeln stimmten. Bezüglich der Obertöne machten wir auch interessante Feststellungen. Bei C_1 war der Oberton die Oktave, bei C a′, bei G e″, bei c gis″, bei g war es schwer festzustellen, bei c^1 b″, bei g^1 a‴, bei c^2 g‴, bei g^2 die Oktave (?), bei c^3 die Oktave (?). Bei zwei anderen Stimmgabeln, und zwar c und c^1 waren die Obertöne g″ bzw. g‴. Es zeigte sich auch bei dieser Untersuchung wieder, daß bezüglich der Obertöne der Zinken keine einheitliche Linie und Gesetzmäßigkeit festgestellt werden kann, und daß gewissermaßen jede Stimmgabel ein Individuum darstellt.

Nun untersuchten wir noch eingehend die Töne an den Stimmgabelstielen. Wir prüften dabei den Stielton teils durch Luftleitung, d.h. wir hielten den Stiel direkt vor den äußeren Gehörgang, teils durch Knochenleitung (Aufsetzen des Stieles hinter dem Ohr) bei offenem und geschlossenem Ohr. Auch hier machten wir einige bemerkenswerte Feststellungen. So war z.B. bei der C_1 Stimmgabel bei Luftleitung der Stielton nicht zu hören, bei der C-Gabel fast nichts und bei G sehr schwach. Der Stielton war dann mit steigender Höhe der Gabel immer besser zu hören. Bei Knochenleitung war es gerade umgekehrt. Bei den tiefen Gabeln war der Ton sehr gut und deutlich, bei den höheren immer schlechter zu hören, ja bei den ganz hohen überhaupt nicht mehr. Nur bei verschlossenem Ohr konnte dann der Stielton gut festgestellt werden. Es muß berücksichtigt werden, daß die hohen Stimmgabeln einen längeren und runden Stiel hatten. Bei den beiden Stimmgabeln (c,c^1) mit welchen ja hauptsächlich die Hörprüfungen ausgeführt werden, war der Stielton sowohl bei Luft- und Knochenleitung sehr deutlich zu hören und feststellbar. Weiterhin bemerkten wir, daß bei allen Stimmgabeln, mit Ausnahme von C_1, der tiefsten Stimmgabel, bei welcher am Stiele die Oktave der Zinken erklang, der Zinkenton und Stielton übereinstimmten. Quix hat auch behauptet, daß bei tiefen Stimmgabeln bei starkem Aufsetzen des Stieles Obertöne hörbar seien, bei höheren dagegen nicht. Er sagt dann, das sei ein Beweis für die Abhängigkeit der Stielamplitude von der Zinkenamplitude, für die Energie des Stieles und die

Übertragung dieser Energie auf den Schädel. Wir konnten jedoch bei keiner Gabel am Stiele Obertöne feststellen. Das Resultat dieser Untersuchungen erbrachte also, daß an keiner Stimmgabel, mit Ausnahme der tiefsten (C_1) am Stiele die Oktave des Zinkentones oder irgendwelche Obertöne zu hören waren. Die meisten Stimmgabeln tönen also am Stiel und an den Zinken unisono.

Stimmgabel	Kontrolle des Zinkentons	Obertöne der Zinken	Stielton		
			Luftleitung bei voll angeschlagener Stimmgabel	Knochenleitung	
				bei offenem Ohr	bei verschlossenem Ohr
C_1	nicht ganz C_1	C	nicht zu hören	C_2	C_2
C	fast D	a′	fast nichts zu hören	C (fast D)	C (fast D)
G	etwas höher	e″	etwas höher als G	G	G
c	stimmt	gis″	sehr schwach Oktave	c	c
g	eine Spur höher	schwer feststellen	deutlicher zu hören g	schlechter als bisher zu hören g	g
c^1	stimmt	b″	c′	c′	c′
g^1	″	a‴	g′	schlecht zu hören g′	g′
c^2	″	g‴	c″	fast nichts zu hören	c^2
g^2	″	g‴ (?)	g″	nichts zu hören	g″
c‴	″	c⁗	c‴	″	c‴
c (groß)	″	g″	c	c	c
c^1	″	g‴	c′	c′	c′

Wie steht es aber nun mit der Quantität des Stieltones? Es kommt natürlich auch hier nur wieder der Stielton in Frage, der für die Hörprüfung praktischen Wert hat. Bezold hat folgende Versuche über die Hördauer des Stieltones gemacht. Er hat daran gezweifelt, daß ein Vergleich von den durch die Zinken in der Luft erzeugten mit den vom Stiel auf den Knochen übergeleiteten Schallwellen zulässig sei, und hat dann sowohl Knochen- und Luftleitung vom Stiel aus geprüft. Nach Abklingen des Stieltones am Warzenfortsatz hat er den Zinkenton noch 30 Sekunden gehört. Dann hat er wieder nach Abklingen des Stieltones den Stiel in den

Gehörgang gesteckt und noch 12 Sekunden einen Ton gehört nach einer Pause von 30 Sekunden. Denselben Versuch hat er auch mittels eines Schlauches, der vom Stiel der Gabel in den Gehörgang ging, ausgeführt. Als Beweis, daß der Ton nicht durch Knochenleitung gehört werde, führt er einseitig Labyrinthlose an, die hier überhaupt nichts gehört hätten. Sodann zieht er den Schluß, daß die Luftleitung die Knochenleitung um 42 Sekunden überwiege. Ostmann sagt hierzu, daß Bezold aus der verschiedenen Größe der Amplituden, bei denen der Ton durch Luft- und Knochenleitung verklingt, Schlüsse ziehe hinsichtlich des Wertes dieser Leitungen, und er schätze die Knochenleitung relativ sehr gering ein, weil die Schwellenwertsamplitude, für die der Ton per os verklingt, seines Erachtens erheblich größer sei als die Schwellenwertsamplitude für Luftleitung. Der Autor sagt dann, dies sei ein Irrtum und weist auf folgende, von ihm angestellten Versuche hin. An einer frei schwingenden Stimmgabel (c) hat er nach 19 Sekunden mit seiner mikroskopischen Methode noch eine Schwingungsamplitude von 0, 0045 mm, also eine praktisch nichtige, festgestellt. Es könnte also ein Ton noch vernehmlich sein. Er habe sich aber dieselbe Stimmgabel noch auf den Warzenfortsatz gesetzt und hier 90 Sekunden lang einen Ton gehört. Er meinte dann, daß die 19 Sekunden der Luftleitung des Stieltones entsprächen und dann die Gabel noch 71 Sekunden mittels der Knochenleitung gehört würde. Sodann kommt er zu dem Schluß, daß die Übertragung durch den Knochen viel feiner sei als durch die Luft. (Zeitschr. f. Ohrenheilk. Bd. 49/48).

Es hat den Anschein, daß Bezold bei seinen Versuchen, also wenn er den Stiel der Stimmgabel in den äußeren Gehörgang steckte, letzteren zum mindesten teilweise verschlossen und dabei noch den Knorpel berührt. Nach der Schallabflußtheorie von Mach wird ja nun ein schlechterer Schallabfluß stattfinden und der Ton besser gehört werden. Dasselbe gilt auch für den Versuch mit dem Schlauch. Dann haben Trendlenburg und Tondorf behauptet, daß der Knorpel des Gehörganges und der Ohrmuschel besonders gute Schalleiter seien. Folgender Versuch zeigt dies eindeutig. Eine Stimmgabel, die man zuerst auf den Warzenfortsatz setzt und dann gleich auf den Knorpel der Ohrmuschel oder des äußeren Gehörganges, wird dann hier viel lauter als vom Warzenfortsatz aus gehört. Diese beide Faktoren würden neben den Versuchen von Ostmann, glaube ich, auch noch für den Fehlschluß Bezolds in diesem Punkt beweisend sein. Sein Hinweis auf den Versuch bei einseitig Labyrinthlosen wird wohl, da es sich hier um ganz geringe Tonstärken handelt und wie Bezold ja selbst angibt, der Schall auf dem Wege durch den Kopf auf den 500.—600. Teil geschwächt wird, wohl kaum noch vom anderen Ohr vernehmlich sein.

Ich habe nun bei 35 Personen verschiedenen Alters und Geschlechts Versuche bezüglich der Hördauer des Stieltones bei Luft- und Knochenleitung angestellt. Auch diese Versuche hatten natürlich ihre Schwierigkeiten aufzuweisen und mancher Einwand mag gemacht werden, daß diese Versuche mannigfache Fehlerquellen aufweisen würden. Das mag zum Teil wohl stimmen. Natürlich ist es sehr schwer, einmal die Stimmgabel immer gleichmäßig stark anzuschlagen und gleichmäßig stark ihren Stiel auf den Knochen aufzusetzen. Dann wird der einzelne den Ton länger als noch vorhanden hören und der andere vielleicht ungenaue und unzuverlässige Angaben machen. Dazu möchte ich sagen, daß fast alle Versuche bei jedem mehrmals ausgeführt wurden und dann der Mittelwert genommen wurde. Es waren fast nie allzu hohe Schwankungen vorhanden, und so dürften diese Fehler unberücksichtigt bleiben. Ein anderer Umstand mag vielleicht noch erwähnt werden. Es zeigte sich im Laufe meiner Untersuchungen, daß diejenigen Personen, die über ein gutes musikalisches Gehör verfügten, die einzelnen Töne viel länger als die anderen hörten. Bei diesen wirkt die Tonhöhe nach, und geringe Schwingungen, die andere vielleicht schon als Geräusch feststellen, klingen bei ihnen noch als Ton.

Zunächst möchte ich vorausschicken, daß alle Versuche mit einer großen c (128) Stimmgabel, die an der Würzburger Universitätsohrenklinik zu Hörprüfungen verwendet wird, ausgeführt wurden. Zuerst setzte ich die mäßig angeschlagene Stimmgabel hinter dem Ohr auf, ließ angeben, wann kein Ton mehr gehört wurde, und stoppte die Zeit. Es wurde also die Hördauer des Stieltones bei Knochenleitung bestimmt. Es fand sich eine durchschnittliche Hördauer von 37,5 Sekunden. Dann wurde bei ebenso stark von neuem angeschlagener Stimmgabel der Stiel derselben unmittelbar vor den äußeren Gehörgang gehalten, ohne irgendwelche Weichteile zu berühren, die Hördauer des Stieltones also bei Luftleitung gemessen. Hier zeigte sich eine durchschnittliche Hördauer von 24,7 Sekunden. Eine Differenz zwischen Luft- und Knochenleitung von 12,8 Sekunden. Also überwiegt die Hördauer bei Knochenleitung diejenige bei Luftleitung um 12,8 Sekunden.

Von welchem Einfluß sind nun diese Feststellungen auf die gebräuchlichen Untersuchungsmethoden mittels der Stimmgabel? Es sind dies hauptsächlich der Rinnésche und der Schwabachsche Versuch.

Es ist vielleicht von historischem Interesse, wie Rinné, ein Arzt in Göttingen, auf folgende Gedanken kam (1855), die wir vielleicht am besten mit seinen eigenen Worten wiedergeben. Er sagt: „Ein leicht anzustellender Versuch zeigt uns, in welchem Grade die Leitung durch die Schädelknochen, selbst für Töne, die durch Schwingungen eines festen Körpers entstehen und unmittelbar auf den Schädel übertragen

werden, hinter der normalen Leitung durch Luft und Trommelfell usw. zurücksteht. Ich stemme eine durch Anschlagen zum Tönen gebrachte Stimmgabel gegen die oberen Schneidezähne und lasse sie in der Lage, bis zu dem Moment, wo der im Anfang sehr klare Ton für mich unhörbar wird. Jetzt bringe ich die Gabel an das äußere Ohr und höre den Ton aufs neue mit großer Intensität. Erst nach geraumer Zeit verklingt der Ton auch hier.“ 30 Jahre später hat dann Lucae diesen Versuch für die Hörprüfung verwendet und im Laufe der Zeit haben sich viele Autoren (Miller, Quix, Bing, Frey und Brühl) in wechselnder Weise mit diesem Versuch abgegeben. Wohl am eingehendsten aber hat sich Bezold mit ihm beschäftigt. Dieser hat auch einmal erwähnt, daß man den Rinné auf zwei Arten ausführen könne. Entweder man bestimmt mittels der Stoppuhr die Hördauerweite für Luftleitung einerseits und Knochenleitung andererseits und vergleicht dann die erhaltenen Zahlenwerte, oder man prüft ganz allgemein, ob die Luftleitung die Knochenleitung überwiegt.

Heute wird wohl meist der Rinnésche Versuch folgendermaßen ausgeführt. Man setzt eine Stimmgabel mit dem Stiel auf den Warzenfortsatz und läßt den Patienten sagen, wann er den Ton nicht mehr höre, dann hält man die Gabel mit den Zinken an den äußeren Gehörgang und fragt, ob ein Ton vernehmlich sei. Man sagt dann Knochenleitung $<$ Luftleitung = Rinné +. Wenn der Zinkenton nicht mehr gehört wird, dann Knochenleitung $>$ Luftleitung = Rinné —. Dieser Versuch im Verein mit Weber wird dann für diagnostische Zwecke bezüglich Erkrankung des Mittel- oder Innenohres benutzt.

Dieser Versuch geht also von der Voraussetzung aus, daß beim normalen Gehör die Luftleitung der Stimmgabel die Knochenleitung überwiegt, was ja auch für die Art der Ausführung dieses Versuches zutrifft. Wenn wir aber diesen Versuch etwas näher analysieren, so dürfte die Ausdrucksweise „die Luftleitung überwiegt die Knochenleitung“ nicht ganz zutreffend sein. Vorerst werden hier zwei Töne miteinander verglichen — Zinken- und Stielton — die bezüglich ihrer Intensität grundverschieden sind. Ostmann und auch meine obengenannten Versuche haben ja einwandfrei gezeigt, daß die Knochenleitung viel feiner ist als die Luftleitung. Dazu kommt noch, daß der Stielton auch beim Aufsetzen der Stimmgabel auf das Schädeldach ganz gehörig gedämpft worden ist. Daß der Stielton sehr stark gedämpft wird und diese Dämpfung sich je nach der Versuchsanordnung ganz verschieden äußert, mögen folgende Versuche beweisen.

Ich habe bei den erwähnten 35 Personen den Stiel der großen c Gabel bei mäßig angeschlagenen Zinken auf den Warzenfortsatz aufgesetzt. Dann in gewissen Zeitabständen (ungefähr 1 Sekunde) den Stiel entfernt und wieder aufgesetzt, so lange, bis kein Ton mehr gehört wurde. Es zeigte sich hier eine durchschnittliche Hördauer von 71 Sekunden. Bei denselben Personen betrug die Knochenleitung bei dauernd aufgesetztem Stiel 37,5 Sekunden. Die Knochenleitung wurde also nahezu verdoppelt. Ein zweiter Versuch, auf

dieselbe Weise ausgeführt, nur daß der Stiel vom Warzenfortsatz nicht entfernt wurde, sondern nur lose aufgesetzt blieb, zeigte eine durchschnittliche Hördauer von 54 Sekunden. Also auch noch eine beträchtliche Verlängerung der Knochenleitung. Dann machte ich zur Kontrolle noch einen dritten Versuch. Ich schlug die Stimmgabel wiederum mäßig an und setzte den Stiel auf den Warzenfortsatz und brachte dann die Gabel mit dem Stiel nach ungefähr 1 Sekunde vor den äußeren Gehörgang. Hierauf wieder nach 1 Sekunde auf den Warzenfortsatz. Wenn die Versuchsperson den Stielton bei Luftleitung nicht mehr hörte, mußte sie es sagen. Dann

Name	Stielton bei Knochenleitung hinter dem Ohr	Stielton bei Luftleitung unmittelbar vor dem Ohr	Intermittierendes Aufsetzen des Stieles vom Knochen weg	Intermittierendes Aufsetzen des Stieles nicht vom Knochen entfernt	Stielton bei Luft- u. Knochenleitung abwechselnd	
					Luftleitung	Knochenleitung
	Sekunden	Sekunden	Sekunden	Sekunden	Sekunden	Sekunden
Dr. Eichler	45	23	85	66	21	93
Heyn H.	40	25	63	44	22	60
Binner	45	36	71	62	36	74
Schmitt P.	30	14	65	45	13	70
Schmitt J.	35	21	60	45	20	61
Hesselbach H.	33	16	72	43	18	64
Vollkommer M.	34	25	74	59	22	83
Vollkommer E.	35	22	64	46	23	75
Heyn A.	52	35	66	61	35	85
Heyn E.	34	20	64	56	16	73
Herkert	35	30	78	49	33	74
Vierheilig	35	31	75	55	25	78
Winstel	38	25	75	55	26	70
Hesselbach H.	34	24	70	59	26	68
Brünner M.	41	36	75	59	35	70
Brünner J.	34	24	66	37	28	64
Brünner E.	33	28	59	51	34	61
Landwehr K.	33	26	85	50	35	75
Landwehr J.	30	21	75	60	20	65
Stefan K.	38	18	65	50	18	60
Scholl E.	48	20	72	55	14	66
Mögner	44	25	70	62	28	85
Schmidt	33	19	70	61	21	80
Ibel	38	21	70	56	22	75
Arnholdt	38	28	71	60	29	75
Spath O.	46	26	76	61	22	81
Spath N.	38	26	70	62	24	75
Münz	45	26	70	61	22	80
Schmitt L.	40	36	65	48	35	70
Schneider	36	25	69	63	25	78
Ebinger R.	35	21	61	58	25	70
Ebinger W.	35	25	55	48	24	60
Starkmann P.	35	20	72	57	19	75
Starkmann H.	29	16	58	46	24	66
Brotzeller	34	19	75	64	16	80
Durchschnitt im Mittel	37,5	24,7	71	54	24,5	72,5

wurde der Stiel intermittierend auf den Warzenfortsatz weiter aufgesetzt, bis auch hier kein Ton mehr gehört wurde. Die Luftleitung des Stieltones betrug hier 24,5 Sekunden und die Knochenleitung 72,5 Sekunden.

Was ist nun das Resultat dieser Versuche? Sie zeigen eindeutig, daß einmal der Stiel in seinen Schwingungen beim Aufsetzen auf den Schädelknochen ganz gehörig gedämpft wird. Natürlich geht damit eine Verkürzung der Hördauer des Stieltones bei Knochenleitung einher. Dies beweist aber nur wieder aufs neue, wie feiner die Knochenleitung ist als die Luftleitung. Wenn schon der ungedämpft, also frei schwingende Stiel nur 24,7 Sekunden bei Luftleitung und der immerhin auch beim intermittierenden Aufsetzen gedämpfte Stiel 72,5 Sekunden als Ton gehört wird, so bedeutet dies, daß die Luftleitung der Knochenleitung ganz gehörig nachsteht.

Eine weitere Untersuchungsmethode, bei der hauptsächlich der Stielton in Frage kommt, ist noch der von Schwabach 1885 erfundene und nach ihm benannte Versuch. Hier wird entweder die Knochenleitung des zu Untersuchenden mit der eines Normalen z. B. des Untersuchers, verglichen, oder man bestimmt ganz allgemein, ob eine Stimmgabel, die vom Untersucher nicht mehr gehört wird, noch vom Patienten vernommen wird. Man stellt dann entweder Schwabach + oder — fest. Hier kommt es hauptsächlich auch wieder auf die Knochenleitung und die Intensität des Stieltones an. Besonders wird hier die Dämpfung des Stieltones beim Aufsetzen der Gabel auf den Schädel zu beachten sein, da ja meine Versuche zeigten, um wieviel die Knochenleitung sich verändern kann, wenn z. B. der Stiel nur lose aufgesetzt wurde. Es müßten also hier bei Arzt und Patient die gleichen Methoden der Untersuchung angewendet werden, und dann ist auch noch für die exakte Ausführung dieses Versuches eine Uebereinstimmung in den beiden Knochenleitungen Voraussetzung.

Es zeigte sich also, daß diese Versuche, die vielleicht als einfach in ihrer Art bezeichnet werden könnten, gar nicht so einfach sind. Dies bezeugten wohl zur Genüge die erörterten Fragen und Debatten und die Abhandlungen der einzelnen Autoren. Für den diagnostischen Wert dieser Versuche wird es aber kaum von Einfluß sein. Denn wohl jeder Otologe und Praktiker, der mit diesen Versuchen Hörprüfungen anstellte, wird bestätigen, wie groß ihre Bedeutung gerade als Diagnostikum für den Sitz einer Schwerhörigkeit ist. Das Bestechendste ist aber, daß diese Versuche mit einem „einfachen“ Instrument, der „guten alten“ Stimmgabel, mittels ihres Stiel- und Zinkentones ausgeführt werden können.

Zusammenfassung.

Die vorliegenden Versuche zeigten also:

1. Die Obertöne des Zinkentones sind bei den einzelnen Stimmgabeln ganz verschieden. Es ist hier keine Gesetzmäßigkeit festzustellen.
2. In der Qualität des Stiel- und Zinkentones besteht eine Übereinstimmung, d.h. Stiel und Zinken erklingen beim Anschlag der Gabel unisono, mit Ausnahme der C_1 Gabel, bei welcher am Stiel die Oktave des Zinkentones erklang.
3. Am Stiele sind keine Obertöne festzustellen.
4. Der Stielton wird beim Aufsetzen der Gabel auf das Schädeldach verschiedenartig, je nach der Versuchsanordnung, gehörig gedämpft.
5. Bezüglich der Quantität des Stiel- und Zinkentones besteht ein gewaltiger Unterschied.
6. Beim Rinnéschen Versuch werden zwei Töne miteinander verglichen, die bezüglich ihrer Intensität grundverschieden sind.
7. Die Knochenleitung ist viel feiner als die Luftleitung. Es überwiegt also beim Normalen die Knochenleitung die Luftleitung. Es ist daher nicht, wie gewöhnlich angegeben wird, beim normalen Rinné die Knochenleitung schlechter als Luftleitung, sondern besser, d.h. der normale Rinné ist eigentlich nicht positiv, sondern negativ.

Schrifttum.

Bezold: Gehörprüfung — 3 Bände
Zeitschr. f. Ohrenheilk. Bd. 48 u. 53.

Denker-Kahler: Handbuch.

Edelmann: Akustik für den Ohrenarzt.
Zeitschr. f. Ohrenheilk. Bd. 53.

Kielhauser: Die Stimmgabel.

Ostmann: Lehrbuch der Ohrenheilkunde.
Objektives Hören.
Zeitschr. f. Ohrenheilk. Bd. 49.

Quix: Zeitschr. f. Ohrenheilk. Bd. 52 u. 47.

Sonntag u. Wolf: Funktionsprüfungen des Ohres.

Trendlenburg: Handbuch der Physik.

Wätzmann: Resonanztheorie.

Zum Schlusse möchte ich Herrn Univ.-Prof. Dr. med. H. Marx für die freundliche Überlassung der Arbeit sowie für die mannigfachen Anregungen meinen herzlichsten Dank sagen.

Ich erkläre hiermit, vorliegende Arbeit selbständig und nur mit Hilfe der angeführten Literatur ausgeführt zu haben.

Würzburg, am 4. Dezember 1936.

Ludwig Schmitt.

Lebenslauf.

Ich, Ludwig Schmitt, wurde am 11. Januar 1911 zu Würzburg geboren. Nach Besuch der Volksschule und des Realgymnasiums in Würzburg erwarb ich im März 1931 das Reifezeugnis. Hierauf studierte ich an der Universität zu Würzburg Medizin. Im Juli 1933 bestand ich die ärztliche Vorprüfung und legte im Herbst 1936 das medizinische Staatsexamen ab.